PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

2002-006155

(43)Date of publication of application: 09.01.2002

(51)Int.CI.

6/12 GO2B

GO2B 6/293

(21)Application number: 2000-187539

(71)Applicant:

HITACHI LTD

(22)Date of filing:

19.06.2000

(72)Inventor:

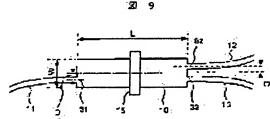
KINOSHITA TAIRA **IDO TATSUMI**

(54) OPTICAL MULTIPLEXING-BRANCHING FILTER AND OPTICAL SYSTEM HAVING OPTICAL WAVEGUIDE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To construct an optical system having lighttransmission characteristic at a low cost.

SOLUTION: A multiplexing-branching part is set as a multimode interference- type waveguide, and an incidence-side optical waveguide and a reflection-side optical waveguide constitute a structure having a prescribed interval at the spot where these waveguides are connected with the multimode interference-type optical waveguide. By providing the multimode interference-type optical waveguide with an optical filter and setting a multimode interference, the optical intensity distribution has a peak around the entrances of the radiation-side optical waveguide and the reflection-side optical waveguide.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 四米国格路师 (1 b)

张 ধ 罪 照体 (<u>E</u>)

特開2002—6155 (11) 格許出顧公開每号

(P2002-6155A)

(43)公開日 平成14年1月9日(2002.1.9)

6/12 6/293 G02B (51) Int.Cl.

G02B

6/12

デーマコー・(参考)

2H047

(全16月) 存在部状 未配水 諸水項の数10 〇L

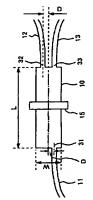
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 東京都国分寺市東茲ヶ籍一丁目280番地 40京都国分寺市東茲ヶ陸一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内 朱式会社日立製作所中央研究所内 **弁理士 小川 勝男 (外2名)** Fターム(参考) 2H047 KA11 KB10 LA18 朱式会社日立製作所 井戸 立身 000005108 100068504 **木下 平** (71) 出國人 (72) 発明者 (72) 発明者 (74)代理人 格展2000—187539(P2000—187539) 平成12年6月19日(2000.6.19) (21) 出國番号 (22) 山城日

(54) 【発明の名称】 光合分波器及び光導波路を有する光システム

【謀題】 低価格にて、光伝道特性を有する光システム を修築する。

砂型導波路との結合部において所定の間隔を有する構造 イルタを設け且つマルチモード干渉の設定によって、射 出個光導波路、および反射個光導波路の入り口近傍の光 合分故部をマルチモード干渉型導被路と し、入射側光導散路と反射側光導散路がマルチモード干 とする。そして、マルチモード干渉型光導散路に光学フ の強度分布の山となるようにする。 |解决手段|

圂



特許請求の範囲

特開2002-6155

2

Þ 路が前配類4の光導波路の第1の端面に接続され、前記 第2及び第3の各光導被路が前配第4の光導波路の前記 第1の端面に対向する第2の端面の所定の個別位置に接 焼され、前配第4の光導波路の第1の端面および第2の 協面は各々当該第4の光導設路内の光の進行方向と交差 び第3の光導被路のいずれかの光導波路からの第1の波 レチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前 記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して散けられ と光学フィルタとを少なくとも有し、前配第1の光導波 する端面であり、直記第4の光導波路は、前記第2およ 長の光入力が前配第4の光導被路内の光の伝版によっ [助求項1] 第1、第2、及び第3の光導波路と、

て、前配光学フィルタを透過した上で前配第1の光導波 路内に前記第1の波艮の光入力に対応する光の伝版を可 能となし、且つ前配第2および第3の光導波路のいずれ ルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路 の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入 力に対応する光の伝版を可能となす、マルチモードでの 光の伝版が可能な光導波路であることを特徴とする光合 かの光導波路からの第2の波及の光入力が前記光学フィ

して線対称ないしは略線対称となっている光導波路であ 配第4の光導波路内の光の進行方向に交差して散けられ た光学フィルタと、を少なくとも有し、前配第1の光導 改路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前 配第2及び第3の各光導被路が前配第4の光導被路の前 接続され、前配第4の光導波路は、前配第1及び第2の **端面から所定距距離れた2つの平面における光強度分布** の規格化された各形状を重ねた場合、前記各形状が相互 に前記第4の光導波路の光の進行方向に沿う中心側に対 [間求項2] 第1、第2、及び第3の光導波路と、マ ルチモードでの光の伝版が可能な第4の光導改路と、前 記第1の端面に対向する第2の端面の所定の個別位置に ることを特徴とする光合分波器。

光導波路への接続位置における当該第1、第2、および 【請求項3】 第1の光導被路が、マルチモードでの光 おいて所定間隔で接続され、前配第4の光導設路内に光 前配第1、第2、および第3の各光導波路の前配第4の 第3の各光導波路での光の波面と平行ないしは略平行で 化、前配第4の光導波路の前配第1の端面に対向する第 2の端面に第2、及び第3の光導波路がその接続位置に の伝版が可能な第4の光導波路の第1の端面に接続さ **学フィルタが設置され、前記光学フィルタの入射面は、** あることを特徴とする光合分波器。

mの範囲にあることを特徴とする副求項1より翻氷項4

きが1mmより5mmの範囲、幅が25μmより70μ

[請求項4] 前記第1、第2、及び第3の光導波路が とを特徴とする請求項1より請求項3のいずれかに配載 シングルモードでの光の伝版が可能な光導波路であるこ の光合分波器。 [請求項5] 第1、第2、及び第3の光導波路と、マ

記算2および第3の光導波路のいずれかの光導波路から の光導波路の前記第1の端面に対向する第2の端面の所 定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の 協面および第2の端面は各々当該第4の光導波路内の光 路からの第1の改長の光入力が前配第4の光導設路内の 光の伝搬によって、前記第1の光導波路内に前記第1の 改長の光入力に対応する光の伝版を可能となし、且つ前 の第2の改長の光入力が前配光学フィルタ位置での反射 を介して、前配第2および第3の光導波路の内の光入力 のない光導波路内に前配第2の波段の光入力に対応する 光の伝腕を可能となす、マルチモードでの光の伝版が可 能な光導波路であることを特徴とする光導波路を有する ルチモードでの光の伝版が可能な第4の光導設器と、前 配第4の光導波路内の光の進行方向に交登して設ける光 前配第1の光導波路が前配第4の光導波路の第1の端面 に接続され、前配第2及び第3の各光導散路が前配第4 の進行方向と交差する端面であり、前配第4の光導波路 は、前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波 学フィルタを設置する為の手段を、を少なくとも有し、 光システム。

記算4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられ た光学フィルタを設置する為の手段と、を少なくとも有 し、前配第1の光導波路が向配第4の光導波路の第1の 端面に接続され、前配第2及び第3の各光導波路が前配 前記簿1及び第2の編画から所定距離離れた2つの平面 合、前配各形状が相互に前配第4の光導波路の光の進行 方向に沿う中心値に対して叙対你ないしは略級対称とな っている光導波路であり、且の前記第1、第2、及び第 3の各光導波路がシングルモードでの光の伝肌が可能で 【制求項7】 前記第4の光導設路の光の進行方向の長 ルチモードでの光の伝版が可能な第4の光導波路と、前 第4の光導波路の前記第1の端面に対向する第2の端面 第1、第2、及び第3の光導波路と、マ の所定の個別位置に接続され、前配第4の光導波路は、 における光強度分布の規格化された各形状を重ねた場 あることを特徴とする光導波路を有する光システム。 [即水項6]

る婚面であり、前記第4の光導波路は、前記第2および 光学フィルタとを少なくとも有し、順配第1の光導波路 第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波艮 |静永項8| 第1、第2、及び第3の光導波路と、マル チモードでの光の伝数が可能な第4の光導波路と、前記 第4の光導波路内の光の辿行方向に交差して設けられた が前配第4の光導波路の第1の端面に接続され、前配第 2及び第3の各光導波路が前配第4の光導波路の前配第 1の端面に対向する第2の端面の所定の個別位似に接続 され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端 面は各々当該第4の光導設路内の光の進行方向と交流す のいずれかに配破の光合分波器。

伝似が可能な光導波路であり、且つ前記第2の波長の光 入力に対応する光の伝版を可能となす第2および第3の 力を行う光紫子よりの渦れ光の分布の中心位置からずれ での反射を介して、前犯第2および第3の光導波路の内 の光入力のない光導波路内に前記第2の波及の光入力に 対応する光の伝版を可能となす、マルチモードでの光の 光導波路のいずれかに接続される光受光器が、前配光入 前記光学フィルタを透過した上で前記算1の光導波路内 に前記第1の波及の光入力に対応する光の伝版を可能と なし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの 光導波路からの第2の波及の光入力が何配光学フィルタ の光入力が前記符4の光導波路内の光の伝版によって、 て股位されたことを特徴とする光合分改器。

記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられ 第2及び第3の各光導波路が前配第4の光導波路の前配 第1の場面に対向する第2の端面の所定の個別位置に接 続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の **幽面は各々当該第4の光導改路内の光の進行方向と交登** び第3の光導散路のいずれかの光導被路からの第1の被 て、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導設 路内に前部第1の改長の光入力に対応する光の伝磁を可 **健となし、且つ前配第2および第3の光導波路のいずれ** ルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導改略 の内の光入力のない光導波路内に前配第2の波及の光入 力に対応する光の伝檄を可能となす、マルチモードでの ルチモードでの光の伝版が可能な筑4の光導被路と、前 た光学フィルタとを少なくとも有し、前配第1の光導数 路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記 かの光導波路からの第2の波長の光入力が前配光学フィ ナる韓佰であり、道配第4の光導波路は、値配第2およ 長の光入力が前配第4の光導波路内の光の伝搬によっ [訓米項9] 第1、第2、及び第3の光導政路と、

光の伝版が可能な光導波路であり、且つ前配第1より第 は受光即の設置した、あるいは前記第1より第3の光導 段置した、あるいは光スイッチもしくは光学フィルタも しくは光均幅器もしくは光変闘器等の光楽子を組み合わ 3の光導波路の少なくとも一つに接続する発光部あるい 政路の少なくとも一つに代えて殆光部あるいは受光部を せたことを特徴とする光導波路モジュール。

に、集役回路もしくはプリアンプ等の電気信号処理手段 【船水項10】 割水項9に記収の光導波路モジュール を組み合わせた光道倡装置。

[発明の詳細な説明]

0001

(MMI:Multi-Mode Inteferen c e) 型光導波路を有する光システムに関するものであ 5。本願発明によれば、極めて良好な光合分波器を提供 [発明の属する技術分野] 本願発明は、光導波路を有す 5光システム、わけても、いわゆるマルチモード干渉 することが川米る。

た光改及多瓜 (WDM: Wavelength Division Multiple テムを構築する上で重要となる光制品の1つに、複数の る。その中でも低コスト化・小型化かつ高機能化の観点 から、基板上に石英(ガラス)やポリマ等から成る光導 チメディア通信の発展に伴い、高速・大容量通信に向け ling) 技術の研究が盛んになっている。WDM通信シス **改及を有する光を合波もしくは分波する光合分波器があ** 政路及び光合分波器を形成し光送受信器符を実装するこ 【従来の技術】 最近のインターネットを始めとするマル とで集積化を図る方法が注目されている。

【0003】光合分波器としてはフィルタ型、方向性結 いる。更に、モジュールの小型化に有利なフィルタの型 190026号(記事1)に記載された技術が知られて **合器型あるいはマッハツェンダー干渉器型等が知られて** については、例えば、日本国公開特許公観、特別平8-1.2

ある。尚、図1において、光導波路1、2、および3の に合分波する。即ち、本構造は、20の角度で交差する いる。この例では、光学フィルタ4の波長に対する透過 および反射特性を利用してWDM信号を反射光と透過光 の等価的な反射中心面5上に合うように設計する必要が [0004] 図1は上記記事1に示されたフィルタ型光 合分波器である。この光合分波器は直線光導波路、1及 2 つの光導波路1と2の光軸の交点3が光学フィルタ4 び2を交巻させ、その交逸部に光学フィルタ4を設けて 中心軸が各々符号6、7、及び8として示されている。 [0005]

為、十分な伝版特性を確保するに、この反射手段の設置 用いる場合、反射手段の位置のずれは、少なくとも入射 光の当該反射手段までの距離の2倍の光路となる。この 位置のずれに対するトレランスを小さくすることが重要 ルチモード干渉型光導波路の光の伝達特性の変化を極力 小さなものとすることである。反射手段による反射光を **課題の第1は、マルチモード干渉型光導波路内に反射手** 段、例えば代表的には光学フィルタを設置し、その反射 光を利用する光システムにおける、前配反射手段の設置 る。即ち、反射手段の設置位置のずれに基づく、当該マ 「発明が解決しようとする課題】本脳発明が解決すべき 位置のずれに対するトレランスを小さくすることであ

チモード干渉型光導波路の相対する端面に散けた光導波 【0006】本原発明が解決すべき限別の第2は、 路相互での光の湖れ光を防止することである。

[0007]

岸次する代表的な形態は、例えば、平面基板上に形成さ れた複数の波度を有する信号光を合波または分波する光 合分波器に供することが出来る。そして、本願発明によ 【歌題を解決するための手段】本願発明の第1の課題を **れば、前記第1および第2の課題を合わせて解決するこ**

第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波及 2 および第3の光導故路の内の光入力のない光導波路内 なす、マルチモードでの光の伝版が可能な光導波路であ 前記第4の光導波路の前記第1の端面に対向する第2の 端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路 の第1の端面および第2の端面は各々当該第4の光導数 路内の光の進行方向と交差する端面であり、前配第4の 光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいずれか の光導波路からの第1の波長の光入力が前記第4の光導 **改路内の光の伝檄によって、前記光学フィルタを透過し** た上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光入力 に対応する光の伝搬を可能となし、且つ前配第2および の光入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第 に前配第2の改扱の光入力に対応する光の伝搬を可能と **港な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の**連 も有し、前記第1の光導改路が前記第4の光導波路の第 1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が 及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝版が可 **〒方向に交選して散けられた光学フィルタとを少なくと** [0008] 本願発明の代表的な形態は、第1、第2、 る光苺波路を有する光システムである。

式的に示したものである。マルチモード干渉型導波路1 **数路11の入り口近傍での光の強度分前が山となるよう** にする。この構成によって、第2の光導波路12からの 【0009】以下に本願発明の原理を説明する。図1は マルチモード干渉型導放路における光の伝搬の状値を模 0では、例えば第2の光導波路12から入射した倡号光 ドのみが示されて、より高次のモードは図示が省略され ている。さらに励起された高次モード光はモード間で干 第2の光導波路12よりの入射光に対して、第1の光導 入射光に対してほとんど損失を生じずに再び光導波路1 は前記マルチモード干渉型光導波路10において多モー ド光に分解される。図1には0改、1改及び2改のモー (干砂約)を生じる。本願発明は、この現象を利用し、 **夢し、前記マルチモード干渉型光導波路内に強度分布** 1を導放させることができる。

フィルタ15により反射した光についても、前述の構造 と同様となり、同じ原理で信号光の伝播の様子が説明さ マルチモード干渉型光導波路の散定によって、第1の光 尊波路13の入り口近傍の光の強度分布の山となるよう にすれば、光導波路12からの入射光に対してほとんど **机失を生じずに再び光導波路11を導波させることがで** 【0010】フィルタに関しての銃像を考えれば、光学 れる。即ち、光導波路12からの入射光があった場合

[0011] なお、この場合2つの光導波路12と13 は間隔を有しており、反射戻り光は十分に小さくでき 【0012】本例のように、本発明の光合分波器もしく

酷した後、所定の波長を有する信号光が前記第1から第 つ以上の光導波路から入射した信号光が、それぞれ前記 マルチモード干渉型光導波路でマルチモード光として伝 は光導波路楽子は、前記第1から第3のうちいずれか! 3のうちいずれか1つ以上の光導波路と結合するよう

特開2002-6155

₹

前記マルチモード干渉型光導改路と前記第1から第3の 【0013】 本発明の光合分波器もしくは光導波路景子 に、前記マルチモード干渉型光導波路の長き及び幅と、 光導波路の接続部を開整する。

ないし5mm、幅Wが25μmないし10μmの範囲が

好ましい。

t、前記マルチモード干砂型光導波路の良さしが 1 mm

[0014]また、本願登明の光合分波器もしくは光導 **尊波路と前記第1の光導波路側で接続する、もしくは前** 記第1から第4の光導波路以外に複数の光導波路が前記 **数路器子は、第4の光導波路が前記マルチモード干渉型** マルチモード干渉型導波路と接続してもよい。

子もしくは光ファイバもしくは光ファイバとの接続平段 を設けることを特徴とする、光送倩モジュールもしくは 光受信モジュールもしくは光送受信モジュールもしくは しくは一部の娼団に、それぞれ発光器子もしくは受光器 [0015] あるいは、前紀光合分波器もしくは光導波 8番子において、前配第1から第4の光導波路の全ても た合分波モジュールとしてもよい。

クの問題を解決するため、次の方策を加味することが右 【0016】更に、前配第2の課題である光クロストー

と、前記第1もしくは第4の光導波路の両方もしくは片 アイパもしくは光ファイパの梭殻平段と、前紀第2もし **一ルにおいて、光学フィルタは前記第2及び第3の光導** 政路を導波する入射角度が0度に近い送信信号を反射す 【0017】第1に、本願発明の光合分波器もしくは光 尊波路器子は、前記第2及び第3の光導波路の光軸の延 長級が前記マルチモード干渉型光導波路の外に交点を持 もしくは互いに平行であることを特徴とする。この ような光合分仮器もしくは光導政路器子を用いた光送受 **18モジュールは、前配光合分波器もしくは光導波路索子 方の端面に受光手段として散けた受光器でもしくは光フ** くは第3の光導設路の両方もしくは片方の端面に送信手 段として設けた発光※子もしくは光ファイバもしくは光 ファイバとの接続手段で構成される。本光送受信モジュ るように関盤する為、前配湖れ光の入外角は遮断され

方向を中心とした分布を有するが、本発明では各光導波 格を任意の方向に曲げていることが出来るので、第1も しくは第4の光導波路の両方もしくは片方を前記湖れ光 【0018】第2に、渦れ光は送信手段の端面と頭直な の分布中心方向から離れた方向へ曲げることにより調れ 光の影響を小さくすることが出来る。

[0019] さらには、前記光合分波器もしくは光導波

くは光フィルタもしくは光増航路もしくは光数関路等の るもしくは複数の波長を有する信号光を多段階で処理し て、殆光岩子もしくは受光満子もしくは光スイッチもし 複数の光楽子と組み合わせ、複数の信号を同時に処理す 【0020】あるいは、本苑明の光苺設路モジュール は、前記光合分波器もしくは光導被路案子を複数用い

【0021】あるいは、これらの光モジュールに、集積 回路もしくはプリアンプ等の電気信号処理手段を組み合 わせた、光道信モジュールとしてもよい。 00221 |発明の実施の形態||本網発明の具体的実施例を示すに る。本版発明の優位が十分理解されるであろう。次い 先だって、以下に本願発明と従来技術の比較を將述す で、本願発明の主な路形態を以下に列挙する。

本筋発明は、これまで述べてきような幾何学的に反射を 利用する光システムの構造が有する、反射手段の作製器 遊に基づく反射光の損失の発生という難点を改善するも [0023] 従来技術と本願発明

けずれて7′となる。位置5は正しく砂置された場合の 学フィルタの位置すれに相当する光導波路30の一部を 光学フィルタ4がその法級方向に8移動すると、反射光 光学フィルタの位置、位置5/ はずれて段置された場合 の光学フィルタの位置である。その結果、反射光は、光 【0024】以下、図2を用いて、反射光での机失増加 について詳細を説明する。図2は従来構造の光システム ルタ4を設けている。本格造は、20の角度で交登する の等価的な反射中心面5上に合うように散計する必要が ある。尚、図2において、光導波路1、2、および3の の光樹は反射側の光導波路の槍7から2 | a |singだ 2つの光導波路1と2の光軸の交点3が光学フィルタ4 光導波路、1及び2を交逸させ、その交逸部に光学フィ 中心歯が各々符号6、7、及び8として示されている。 [0025]今、光導波路の入射・反射角を0とする。 を示す図である。基本構造は図1のものと同様である。

[0026] 光学フィルタの位置ずれに対する反射光の 机失地加の計算例を図3に示す。 模軸がフィルタの所定 は、例えば0.2 d Bの机失物加に抑えるには±2μm 位置からのずれ、縦軸は損失の増加分を示している。こ の結果によれば、光学フィルタ位置すれのトレランス と非常に小さいことがわかる。

とうまく結合しない。従って、反射光は、散乱されて大

きな似失が生じる。

伝敬し、この為、反射側の位置7, にある光導波路31

[0027] ところが、光学フィルタの設置には購入れ

は、フィルタ位置ずれのトレランスを増加させるような もしくは切断等の機械的加工を用いる為に、加工粘度の 向上が困難で、光導故路径に比べて光学フィルタの作製 この実際上の困難性が低損失な光合分波器の製造歩留り を低下させる製囚となっている。そこで、光学フィルタ **弘澄は無視できない程の大きさとなるのが买状である。** 付光導波路を用いた光合分波器の製造歩留りの向上に 光合分波器の格造が求められるのである。

送受信モジュールとする場合、LD等送信部で発生した 頒れ光9が受信信号に影響を及ぼす光クロストークとい 【0028】次に、光のクロストークの問題について哲 及する。図4はこうした例を示す光送受信モジュールの 平面配位図である。図1に示した光合分波器16にフォ トダイオード50とレーザーダイオード (LD) 51を 股囚した格成を有する。光学フィルタ15は送信信号が 有する故長の光を反射し、送信倡号故及よりも及い受信 **信号が有する故長の光を透過するものを用いている。光**

路においても導波光の一部が放射光19として導波路外 学フィルタ15に遠し、また光学フィルタへの入射角度 **伝格するわけではなく、LD-導改路結合損失が生じて** L D が出す光のうち一部は導改路と結合せすに導改路の 外に散乱される。またLD-光合分波器削の曲がり導波 を伝播する。これらが溺れ光9となるが、その多くは光 **【0029】LD 51で発生した光は全てが導政路を** はりとは異なる。

が前配のフィルタへの入射角のと異なる為に、これらの 発生する。この透過した頒れ光がPD50に届くと、本 させる為に入射角のの光を反射するように設計した光学 フィルタを用いる。従って、前記湖れ光の多くは入射角 崩れ光の内、光学フィルタで遮断されずに透過する光も 米の受光信号にとっての維音となって受信特性を劣化さ 【0030】図5に光学フィルタの透過特性の例を、そ た。図5の特性において、透過机失の大きい領域が、反 は、図5の例に見られるように、入射光の入射角度が異 る。前記図4の例では、本来導波路を導設する光を反射 の入射角度0が0の場合と、0より大きい場合を倒示し なると反射帯域が変化しまたアイソレーションも劣化す 針に川いられる領域に対応する。一般に光学フィルタ

近いと、それに基づく机失増加は低減できる。また、逆 [0031] この対策としてフィルタへの入射角 8を0 仮に近づけることが考えられる。この対策は、フィルタ の位置すれによる反射光の光軸と導波路軸のずれものに こ、漏れ光の入射角がり程度となりフィルタで遮断でき [0032]しかし、この対策を図1の光合分波器に適 用すると、反射光が入射側の光導波路に戻るやすくなる という、いわゆる反射戻り光の間烟が新たに生じる。図 6 はこの問題を示す説明図である。 前記の対策の実施

は、2つの光導波路1と2が瓜なる部分17を増加させ 入射角の低波の方策は、有効な実際的な解決策とはなり る。この為、入射角りの低減には限界がある。従って、

前述したように、本鮖発明のマルチモード干渉型光導波 路は、入射側の光導波路より入射光があった場合、出射 [0033] 本脳発明はこうした諮問題を解決する。、 側の光導波路の入り口近傍の光の強度分布の山となる 為、前配入射光に対してほとんど損失を生じない。

ペき光のフィルタでの反射戻り光が、射出側に導波する 【0034】また、マルチモード干渉型光導波路に並置 して設けられる入射側、及び反射光を射出側に導設する 光導波路は、所定の個別位置に設置されるので、透過す 光導波路に混入し維音となる問題は避けることが出来

発生する光の入射角は、透過を許さない角度となり、頒 マルチモード干渉型光導波路に並置して設けられる光導 **散路を崩波する入射角が0度に近い光信号を反射するよ** うになされるので、本情造において、更に崩れ光として [0035] 更に、後述するように、光学フィルタが、 れ光のフィルタを通しての透過は阻止される。

【0036】以下に本願発明の主な発明の形態を列挙す

の反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内の **応する光の伝始を可能となすマルチモードでの光の伝搬** が可能である光導波路であることを特徴とする光導波路 れ、前記第4の光導波路の第2の端面の所定の個別位置 の光導波路は、前紀第2および第3の光導波路のいずれ かの光導波路からの第1の波長の光入力が前記第4の光 導波路内の光の伝版によって、前配第1の光導波路内に 前記第1の波長の光入力に対応する光の伝版を可能とな 導波路からの第2の波長の光入力が前記光学フィルタで 光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に対 本版の第1の形態は、第1、第2、及び第3の光導改路 と、マルチモードでの光の伝照が可能な第4の光導故路 と、前記第4の光導改路内の光の進行方向に交差して設 けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前配第4の に前配第2及び第3の各光導波路が接続され、前配第4 し、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光 [0037] 光学フィルタを有する本願発明の結形態 光導波路の第1の端面に前配第1の光導波路が接続さ を有する光システムである。

は、シングルモード、あるいはマルチモードでの光の伝 擂が可能な光導波路を用いることが出来る。 光多重通信 においては、多くはシングルモードの光を用いており、 [0038] 前配第1、第2、及び第3の各光導設路 本願発明はこの目的に供してわけても有用である。 【0039】しかし、マルチモードの光を用いる場合に おいても、本願発明を用いることによって、好都合な光 **合分波器機能を実現することが出来る。それは、本願発**

並は、本頃発明の基本的事項であり、以下、特にことわ たすからである。このマルチモード干渉型光導波路の機 らない場合においても、本筋明細事に示される危明の监 明に係るマルチモード干渉型光導波路が、マルチモード あるいはシングルモードでの光に対して同様の機能を果 6億に考慮されることである。

特別2002-6155

9

光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光人 20いずれかの光導波路からの第2の波及の光入力が前起 光学フィルタでの反射を介して、前配第2および第3の ドでの光の伝塩が可能な第4の光導波路と、前配第4の 1ルタとを少なくとも有し、前配第1の光導波路が崩紀 第4の光導波路の第1の端面に接続され、前配第2及び 第3の各光導波路が前配第4の光導波路の前配第1の端 前配第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各 4 当該第4の光導嵌路内の光の進行方向と交差する端面 であり、前配第4の光導波路は、前配第2および第3の 力が前記第4の光導波路内の光の伝版によって、前記光 学フィルタを透過した上で崩犯第1の光導波路内に崩乱 第1の改良の光入力に対応するシングルモードでの光の **伝版を可能となし、且の前記第2および第3の光導波路** 光導波路の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波 吸の光入力に対応するシングルモードでの光の位配を可 能となす、マルチモードでの光の伝版が可能な光導波路 て例示すれば、それは、シングルモードでの光の伝航が **光導散路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フ** 【0040】従って、この形値を本Mの第2の形態とし **刊能な第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモー** 面に対向する第2の場面の所定の個別位置に接続され、 である光導波路を有する光システムである。

前記第4の光導波路の前記第1の端面に対向する第2の は、前記第1及び第2の端面から所定距離離れた20の 端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路 場合、前配各形状が相互に前配第4の光導波路の光の進 なっている光導波路である光導波路を有する光システム [0041] 本願発明の第4の形態は、第1、第2、及 び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能 な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行 方向に交差して散けられた光学フィルタと、を少なくと も有し、前配第1の光導波路が前配第4の光導波路の第 1の端面に接続され、前配第2及び第3の各光導波路が 平面における光強度分布の規格化された各形状を重ねた 行方向に沿う中心軸に対して鍛対符ないしは略線対称と

が、マルチモードでの光の伝版が可能な第4の光導波路 1 の端面に対向する第2の端面に第2、及び第3の光導 第4の光導波路内に光学フィルタが設置され、前記光学 [0042] 本園発明の第5の形態は、第1の光導波路 の第1の端面に接続され、前記第4の光導波路の前記第 **数路がその接続位置において所定間隔で接続され、前記** フィルタの入射面は、前配第1、第2、および第3の各

す構成について抽足説別する。このことによって、合わ せて、マルチモード干渉型光導波路に並置して設けられ 所定の個別位置に改置されること、そして、このことに よった、迢淌すべき光のフィルタでの反射戻り光が、外 出頃に導散する光導波路に混入し雄音となる問題は避け 【0043】ここで、木樹苑則のマルチモード干渉型光 山外側の光導波路の入り口近傍の光の強度分布の山とな る入射側、及び反射光を射出側に導波する光導波路は、 導設路が、入射側の光導設路より入射光があった場合、 ることが川米る旨が十分型解できるであろう。

【0044】マルチモード干砂型光導波路における光の **広阪の状態を示す図7を参酌する。**

れる。尚、前配各光導波路の中心軸は光の連行方向に沿 の中心恤よりの位置ひとの関係は次の式によって与えら ード干砂型光導波路の及さし、幅W、及び接合館に設け られる光導波路の中心値とマルチモード干渉型光導波路 ド干沙型光導改数の稲折串をnとする。 前記 マルチモ [0045] ここで、信号光の改長を1、 マルチモー った中心性である。

式(2) αおよびβは植正 [0046] L=a (4 n W²) /31 式(1) $D = \beta W / 6$ 尿数である。

政路12からの入射光に対してほとんど肌失を生じずに 【0047】これらの関係を満たすことで、第1の光導 政路11の入り口近傍が光の地度分布の山となり、光苺 ルタ15よりの反射に関しても鋭像を考えれば前紀の光 再び光導波路11を導放させることが出来る。光学フィ 母波路 11の場合と全く同様である。

する光の進行方向に拾うマルチモード干渉型光導波路の [0048] 即ち、遠過光 (ス。) と反射光 (スッ) に対 距離を、各々し及びし、とすれば、

(S) $L: L' = 1/\lambda_1: 1/\lambda_2$

の関係にある。

[0049] 災に、

の関係にあることは容易に型解されるであろう。 共 (4) 只(5) L = α (4 n W²) / 3 λ, L' = a (4 n W") / 3 1/2

がこの前に係数である。この植正係数aおよびβは、通 を実現することが出来る。尚、ここで、前記マルチモー ド光導波路の実際的な長さしが1.5mmないし2.0 mmの範囲、実際的な軸Wが30μmないし40μmの 【0050】尚、この場合、光導散路のコア、クラッド の具体的材料、具体的構造の理論よりのずれ等によって 理論的な関係を補正する必要が生ずる。前記αおよびβ れにしても前記式 (1)、式 (2)を満足する光導波路 例、いずれも眠ね、1.5倍以内である。しかし、いず

的な帕Wが25μmないし70μmの範囲から選択され **範囲が多川される。更には、マルチモード干渉型光導数** 路の実際的な長さしが1mmないし5mmの範囲、実際 ることがより実際的であり、好ましいことは前述した通

が出来る。本府発明はこの理論を用いて光システムを構 RIL1995、pp. 615-627を都酌すること 例えばJOURNAL OF LIGHTWAVE TE CHINOLOHGY, Vol. 13, NO. 4, AP [0051] 尚、このマルチモード干渉自体の理論は、 築したことにある。

所定の間隔を有することを特徴とする、光合分散器であ 記マルチモード干渉型光導改路の片側に接続した第1の 光導波路と、前記マルチモード干渉型光導波路の前記算 1の光導波路と反対側に核続した第2及び第3の光導波 光学フィルタで構成され、前配第2及び第3の光導被路 [0052] 本頃の第6の形態は、平面基板上に形成さ れた複数の改良を有する倡号光を合改または分改する光 合分波器において、マルチモード干渉型光導改路と、前 路と、前記マルチモード干渉型光導波路内に設置される が前記マルチモード干渉型光導波路との結合部において

行方向(通称、光軸)に対して張直あるいは略垂直に設 チモード干渉型光導改踏を導放するマルチモード光の遮 [0053] 本版の第7の形像は、本願発明の光合分波 器もしくは光導波路案子において、光学フィルタがマル 置されている形態である。

路、例えば、前記光導波路13から入射された光が前記 光学フィルタに達しても、不必要な弱れ光として維音を れている。従って、光学フィルタがマルチモード干渉型 **垂直あるいは略垂直に設置されている為、一方の光導波** [0054] 本願発明においては、マルチモード干渉型 の光導波路12および13、が所定の個別位置に設置さ 光導波路を導波するマルチモード光の進行方向に対して 光導政路の一方の端面に複数の光導波路、例えば、図7 情成することはない。

1から第3のうちいずれか1つ以上の光導波路から入射 路でマルチモード光として伝播した後、所定の波畏を有 する信号光が前記第1から第3のうちいずれか1つ以上 の光導波路と結合するように、前記マルチモード干渉型 光導波路の長さ及び幅と、前記マルチモード干渉型光導 波路と前記第1から第3の光導波路の接続部が開盤され 【0055】本願発明は、マルチモード干渉型光導波路 に接続する複数の光導波路において、少なくとも前配第 した偕母光が、それぞれ前記マルチモード干渉型光導波 ていると言うことが出来る。

【0056】本願の別な形態によれば、前記第2及び第 3の光導波路の光軸、例えば、図7の光導波路12およ JV13における光軸の延良級が前記マルチモード干渉型 光導波路の外に交点を持つ、もしくは互いに平行あるい

光導散路が前記マルチモード干渉型導波路と前記第1の 専政路と接続するなど、具体的な用途の目的に応じて稲 て、雑音の発生を抑制することが可能である。この利点 から入射された光が前記光学フィルタに造しても、不必 れにより、各光導波路を调れ光の分布する領域から反し [0057] 本願発明の別な形態によれば、前配第4の 光導波路側で接続する、もしくは前配第1から第4の光 導設路以外に複数の光導波路が前記マルチモード干渉型 こうして、一方の光導波路、例えば、前記光導波路13 光導波路は任意の方向に曲げて用いることが出来る。こ は、より大きな光システムの構築の散計を容易にする。 は略平行であることが、実用上、極めて好都合である。 **要な漏れ光として維音を構成することはない。更に、** 応用形値を考えることが出来る。

モジュール、光送受信モジュールもしくは光合分波モジ チモード干渉型導波路に接続することが出来る。この方 しい。勿論、マルチモード干渉型導政路と、別呉の光導 攻略を介してこれらの発光、受光素子とを接続すること それぞれ発光紫子もしくは受光紫子もしくは光ファイバ ュールを得ることが出来る。こうした、光受信モジュー ル、光送受信モジュールもしくは光合分改モジュールの 具体例は後述される。又、こうした発光楽子や受光楽子 は、前配第1から第4の各光導波路に代えて、直接マル はか作する光導波路による光の吸収を避ける点で好ま 【0058】更に、本願発明の別な形態によれば、前記 る。こうして、所型の光送傷モジュールもしくは光受傷 第1から第4の光導波路の全てもしくは一部の端面に、 もしくは光ファイバとの接続手段を設けることが出来

光導波路が前記第4の光導波路の前記第1の端面に対向 のいずれかの光導波路からの第1の波長の光入力が前記 第4の光導故路内の光の伝版によって、前記光学フィル タを透過した上で前配第1の光導波路内に前配第1の波 長の光入力に対応する光の伝檄を可能となし、且つ前記 第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの て、前配第2および第3の光導被路の内の光入力のない 光導波路内に前配第2の波及の光入力に対応する光の伝 **腹を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光** 導波路であり、且つ前配第1より第3の光導波路の少な 1、第2、及び第3の光導故路と、マルチモードでの光 を少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光 前配第4の光導被路は、前配第2および第3の光導波路 の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路 内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタと 尊彼路の第1の端面に接続され、前配第2及び第3の各 の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当核第 第2の改長の光入力が前配光学フィルタでの反射を介し する第2の端面の所定の個別位置に接続され、前配第4 4の光導波路内の光の進行方向と交差する端面であり、 [0059] 本例の代表的な例を示せば、それは、第

特別2002-6155

8

くとも一つに接続する発光部あるいは受光部の設置し

一つに代えて発光部あるいは受光部を設置したことを特 **気とする光苺波路を有する光システムであると替うこと** た、あるいは前配第1より第3の光導波路の少なくとも

[0060] こうした光合分波器もしくは光導波路飛子 って、湖れ光の遮断を行うことが出来る。即ち、前紀送 皆手段で作られ送信信号の一部で前配送信手段と接続し と光導波路の外部を伝播する漏れ光の波面が前配光学フ イルタの作る平面と平行あるいは粉平行であることによ を用いた光送受信モジュールの場合にも、次の構成によ 9、前配副れ光が遮断される。

合分波器もしくは光導波路券テと、前記第1もしくは第 もしくは光ファイバもしくは光ファイバとの接続手段で 送信手段と接続した光導波路の外部を伝情する調れ光の 【0061】従って、このような例の代表な形態は、光 4の光導波路の両方もしくは片方の端面に受光手段とし て做けた受光素子もしくは光ファイバもしくは光ファイ パの核核手段と、前配第2もしくは第3の光序波路の両 **方もしくは片方の端面に送信手段として設けた発光器予** 構成され、前記送信手段で作られ送信信号の一部で前紀 改面が前記光学フィルタの伴る平面と平行あるいは略平 行であることにより、前記別れ光が遮断されることを特 飲とする光送受信モジュールであると言うことが出来

以外に1個以上の光学フィルタを設ける、もしくは前記 国以上の導政路もしくは導政路局もしくはクラッドと順 |0062| 更に、本航発明の別な形態によれば、次の ような光送信モジュール、光受信モジュール、光送受信 が出来る。即ち、これらの光送得モジュール、光受信モ ジュール、光送受信モジュールもしくは光合分散モジュ **一ルに、前記温れ光を遮断する為に、前記光学フィルタ** モジュールもしくは光合分散モジュールを実現すること 第1から第4の光導波路及び前記複数の導波路以外に1 **近率の異なる部材を設けることがより有用である。**

は光スイッチもしくは光学フィルタもしくは光増幅器も しくは光変間器等の光楽子を組み合わせて用いることが [0063] 更に、本筋発明の係る構光合分波器もしく は精光導波路紫子に、発光紫子もしくは受光紫子もしく

は光増幅器もしくは光変調器等の複数の光紫平と組み合 光茶子もしくは光スイッチもしくは光学フィルタもしく わせ、複数の信号を同時に処理するもしくは複数の波段 くは鮎光導波路素子を複数川いて、発光発子もしくは受 [0064] 更には、本願発明に係る精光合分波器もし を有する信号光を多段階で処理することが可能である。 [0065] 更には、本頒発明に係る諸光モジュール

に、集積回路もしくはプリアンプ等の電気信号処理手段 を組み合わせ光通信モジュール、あるいは光通信装置に **共することが出来る。** 9

基板20上に第1及び第2のクラッド間21、23が形 イルタ15は接着層95で固定される。尚、この時面図 [0066] 光学フィルタを祈さない本願発明の糖形態 **外に、本頃の別な形像として、これまで説明してきた光** を設置する前の構成体も重要な形態である。勿論、光導 **数路を行する光システムを光合分波器あるいは光送信モ** ジュール、光受臼モジュール、光道受信モジュールとし て用いる為には、所定の特性の光学フィルタを設置する 必要があることは貫うまでもない。しかし、本願に係る 光苺波路を有する光システムを、実際に用いるに当って し、それから光华フィルタを挿入設置することも実際的 である。図20は、丛仮20に光学フィルタ15が設置 成され、フィルタ挿入川の溝24が設けられている。フ **導政路を打する光システムにおいて、前記光学フィルタ** は、頭切、光学フィルタを設けない形態でます。、準備 された状態をしめす拡大断面図である。図20の例は はコア領域を含まない部分の断面図である。

敗が可能である光導故路であることを特徴とする光導設 筑2、及び筑3の光導波路と、マルチモードでの光の伝 処が可能な第4の光導散路と、前記第4の光導設路内に 光学フィルタを当該第4の光導波路内の光の巡行方向に 交遊して段置する為の手段とを少なくとも有し、前記算 4の光導波路の第1の場面に前記第1の光導波路が接続 置に前記第2及び第3の各光導波路が接続され、前配第 4 の光導波路は、前記第2 および第3 の光導波路のいず れかの光導波路からの第1の波及の光入力が前記第4の 光母波路内の光の伝敬によって、順記第1の光導波路内 光母波路からの第2の波長の光入力が前記光学フィルタ での反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内 対応する光の伝版を可能となすマルチモードでの光の伝 され、前配第4の光導波路の第2の場面の所定の個別位 に前記第1の波及の光入力に対応する光の伝統を可能と なし、且つ前配第2および第3の光導波路のいずれかの の光入力のない光導波路内に前記第2の数長の光入力に [0067] 従って、本形態の代数的な形態は、第1、 路を有する光システムであると言うことが出来る。

[0068] 本版のこの光学フィルタを散置する以前の **都形態は、光学フィルタを設置した前記した金ての諸形 低に考えることが可能である。従って、贝なる説明およ** び都形態の列挙は省略する。

[0069] 発明の実施の指形態

欠に、本紙発明の具体的な実施の器形態する。

攻器の実施形像を示す斜視図である。 図9はその合分数 【0070】図8は木発明の第1の実施例である光合分 部の拡大平面図である。

なくとも、第1のクラッド图21、コア領域22、そし [0071] 所定の基板、例えばシリコン (Si) 基板 20上に、屈折率の異なる2種類のフッ業化ポリイミド **尚脂を用いて光導波路を形成する。この光導波路は、少** て知2のクラッド悩23を行して構成される。ここで、

干沙型導波路10と第1の光導波路11、第2の光導波 ド干沙型将政路の組Wは25μm、長さしは1200μ m、光導波路の間隔Dは5μmである。又、3つの光導 24はフィルタ挿入川の溝である。このとき、各層の煇 0.3%とした。合分故部は、少なくともマルチモード **沿12、及び第3の光導波路13を有する。マルチモー** コア22の厚さは6. 5 μm、上部クラッド周23の厚 さの例を示せば、下部クラッド**囚21の**厚さは5μm、 さは15μmである。コアとクラッドとの配折率比は **改路の幅は6.5μmとした。**

を透過する誘電体多層版フィルタ15が用いられた。そ 体を道例のものを川いて十分である。そして、マルチモ ード干渉型導波路の中央部に、幅15μmの溝24に福 入し、UV (Ultra—Violet) 硬化材多5を によって形成することが出来る。第2及び第3の光導設 路12、13はマルチモード干渉型導設路との接続割3 2及び33において互いに平行あるいは略平行となって て故長1.3μmの光を反射し、且つ改長1.5μmの光 の厚さは15μmである。この誘電体多圏膜フィルタ自 川いて固定した。この溝24は、例えばダイシングソー 【0072】光学フィルタ15は入射角0度の光に対し

着された状態の断面図を示す。 符号24はこの反射手段 を設置する為の溝である。符号21、23は各々当該光 [0073] 図19に光学フィルタ15が基板20に装 **導波路のクラッド唇を示している。反射手段15の固定** には接着剤95が別いられた。

頃似の光導散路の構成が示される。そして、この構造は 図8と類似の樹層構造を有する。しかし、こうした光導 政路の構成自体は通例のもので十分である。従って、以 [0074] 尚、図10、図14、及び図15に図8と 下の図面は、個別の積層を詳細な図示を省略する。

[0075] 第2及び第3の光導波路12、13が接続 **削32、33で平行となることによって、マルチモード** 記光学フィルタに対して垂直となる。その結果、フィル タ15に位置すれが生じても、このフィルタ15の反射 干渉型導波路内に励起されたマルチモード光の光幅が前 光の光軸と導波路軸のずれは全く生じない。

[0076] ここで、前配光学フィルタは誘電体多層版 フィルタとは限らず、例えばダイシング溝24等の光学 フィルタ設置手段のみを備えた図10のような光導政路 **※子であってもよい。図10では他の割材は図8と同様** なので、詳細説明は省略する。

5 形態も取ることが出来る。上記複数の光導波路がいず れもシングル・モードの光導波路、又、光合分波器がマ 【0077】本願発明の係る光導被路を有する光システ 4は、光合分波器への入力する複数の光導波路、及び光 合分波器より出力される複数の光導波路をそれぞれ有す ルチモード干渉型光導波路を有する光合分波器であるこ とは釣うまでもない。

モード干渉型導波路と接続して、複数の光合分波器であ [0078] 図11はこうした一例を示す光合分波器部 分の平面図である。この例はマルチモード干渉型蒋波路 13が設けられている。一方、マルチモード干渉型導波 4が符号34の位置に設けられている外は、図9と同等 [0019] もちろん、さらに複数の光導散路がマルチ 10の入射側に複数、具体的には2つの光導波路12、 1、14が設けられている。図11は第4の光導波路 であるので、同じ部位、郎材は同じ符号を用いている。 路10の出射側に複数、具体的には2つの光導波路1 ってもよいことは脅うまでもない。

造の光合分波器について、フィルタ部に関する製造トレ [0080] 本願発別に係わる情造と図1に示す従来情 ランスを比較した。 [0081] 図12はフィルタの位置ずれによる反射光 **度とすると、トレランスは従来構造が1μmであるのに** 対し本実施例では10μm程度となる。このように、従 来構造に比較して、充分大きな製造トレランスを実現す 雌、稚軸は反射光の損失増加量の例を示す。曲線35は 木実施例の場合また曲線36は従来構造の場合の特性を 扱す。 設計上許容される損失として例えば0.2 dB程 の損失増加量を示す。横軸はフィルタの位置すれの監 ることが出来る。

位ずれに対する損失増加は、反射光の光軸と導波路軸の ずれによるのではなく、マルチモード干渉型導散路内で [0082] 更に、ここで、本例におけろフィルタの位 のマルチモード光の干渉による強度分布に起因すること を指摘しておかなければならない。

はマルチモード干渉型導設路の長さし、縦軸は損失を示 における損失量を表す。両者の強度のピークが2400 [0083] 図13は、マルチモード干渉型導散路の長 さしを変化させたときの強度 (机失) 変化を示す。 憐恤 している。ここで、曲級37と曲級38はそれぞれ図7 において第2の光導波路12から入射させたシングルモ 一ド光の第1の光導波路11及び第4の光導波路14と マルチモード干渉型導改路10との接合邸31及び34 um程度で周期的に現れることがわかる。

示したマルチモード干渉型導設路内でのマルチモード光 の干渉による強度分布に起因する損失が含まれることと なる。その損失の周期によって、フィルタの位置ずれに 対する損失増加に対する、マルチモード光の干渉による チモード光の干渉による強度分布に起因する損失による ルタの位置ずれに対する損失増加に対して、図13に例 く、フィルタの位置ずれに対する損失増加は、このマル [0084] 従って、前述の図12をもって示したフィ 地度分布に起因する損失の割合が高くなる。わけても、 本願発明の例では、反射光に基づく損失が基本的にな

[0085] 次に、故及多重通信への、本願発明の光導 改路を有する光システムの適用例を例示する。

[0086] 図14は本発明の第2の実施例である光合 **分波モジュールの実施形態を示す斜視図である。第1の** 実施例として例示した光合分波器に対して、その3つの 1、42、43を形成した。このV間41、42、43 は、シリコン基板20に、通例の結晶面に対する異方性 **食刻の技術を用いて容易に形成することが出来る。そし** C、この路は光ファイバの位置改定に極めて実川的であ 光導波路の端面に光ファイバを設置するためのViň4

[0088]また、周入射を逆転すれば合波器としても **学フィルタを用いた場合を依討する。光ファイバ46か** 【0087】本実施例は、例えば、次のように用いるこ 1. 3 μ m の光を透過し改良 1. 5 μ m の光を反射する光 する。こうして、一つの波艮多爪光から、1、3 μ m b この改長多瓜光は、光学フィルタ15で改長1. 3 μ m の光が透過され、一方1、5μmの光は反射される。徒 5。他方、1.5μmの反射光は光ファイバ45に入射 Lくは1、5 mmの各波艮を有する倡号光をそれぞれ光 5数段1.3μmと1.5μmの故限多低光を入射する。 って、波長1.3ヵm の光は光ファイバ44に入射す とが出来る。例えば、光学フィルタ15として、波艮 ファイバ44と45に分改することがと川来る。

【0089】尚、光ファイパ投続はV隣に限らず、導政 路路板に接続用の台を設けて光ファイバと接げ剤により 接着する等他の手段によるものであってもよい。 **붳能することは言うまでもない。**

【0090】図15仕本発明の第3の実施例である光送 本例は、本筋の光導波路を有する光システムが、光の発 光素子及び受光素子を一つの基板に搭載して設けた例を 受信モジュールの実施形態を示す斜視図である。即ち、 示す。この例は光の送受信器の実際的な形態として川い 易く有用である。

一ザーダイオード52を搭載した。前記電腦と発光、受 こおいて、発光、受光の各番子の各類2の追摘は省略さ 51及び発光器子であるレーザーダイオード52を設置 した。即ち、シリコン搭板20.Fにこれまでの例と同様 出させる。このポリマーの除去は通例のドライエッチン グを用いて十分である。このシリコン基板上の所定位置 に当該発光、受光紫子の各々の第1の消極、52、及び 53を形成する。そして、第1の光導波路の端面にフォ トダイオード51を搭載し、第3の光導波路の端面にレ 光の各業子の相互の間は半田によって接続した。尚、図 れている。その他の構成は前配の第1の実施例と関係で [0091] 第1の実施例として例示した光合分波器の シリコン基板20に、受光素子であるフォトダイオード に、光導波路の為のポリマーの多層版を形成する。そし て、その所定部分のポリマを除去してSi塔仮20を路 ある。従って、同一部分、郎材は同一符号をもって示さ

【0092】図16は、木発明の第4の浅梔倒である光

(15)

送受信モジュールの実施が原を示す符製図である。本例 は値記第3の没施例において、フォトダイオード51及 び53をマルチモード等設置10に図して光導設路12 個へ移動させ、災に光等設置11の値がり方向を変更し た倒を示す。米変更によりレーザダイオード52で発生 した光のうち光導数路13と結合出来なかった端れ光の 分布中心から、受信部が離れることにより過れ光の影響 を小さくすることが出来る。

【0093】尚、フォトダイオード及びレーザーダイオードの設置の力治は本実施例の組み合わせは限定されない。勿論、恐北、受光の各業子のいずれか一方だけを、同窓シリコン基板に搭載した形態も、勿識目的によって 川いることが出来ることは含うまでもない。 更に、必要に応じて、3 個以上の発光、受光の各業子を搭載した形態も及り得ることは自うまでもない。

[0094]次に、本脳の光導波路を有する光システムが、光増幅器に用いられた例を示す。

[0095] 図17は本務則の第4の契橋図である光始 雑器の実態形値を示す平面構成図である。2つのSi站 仮、80、81上に光合分波器58セ10ずつ形成し た。そして、片方のシリコン基板80にはボンブ用レー ザーダイオード56を設置した。荷、前記光合分波器5 5は、例えば前記実施図1に示した構成を用いて十分で ある。また2つの基板間は、例えば戻さ1m程度のエル ピウムドーブフィイベ(一般にファイバ的構設とも称す あ)57でつないだ。

【0096】光ファイバ58から入射した光は、波長の別なろレーザーダイオード56からの光と合設し、エルピクムドーブファイバ57で招幅される。そして、この口幅された光は、呼び、異なる設長成分に分数され、所収数の光が光ファイバ59より出射する。こうして、ファイバー58より入射した光が知幅され、四個された可能の設長の光を、ファイバ59より得ることが出来

[0097] 近に、本層の光導波路を右する光システムが、光受値モジュールに同いられた倒を示す。 [0098] 図18は本発明の第5の実施例である光受値モジュールの実施形態を示す法本的な平面構成図である

6. イフェーバンスをおびなる・7 304-1014-1116円が201 に 5. 不何日、 水板が301を大受信モジュールに適用した窓 びめる。この光受信モジュールは、改長多近信日光を今 びひ (正 たし ち を おのおの その改長に適した受 光米・で受光する ものである。 「0 0 9 9 1 木岡の基本構成は次の通りである。 光ファイバー6 5 からの光信号を 2 つのフィルタ 6 3、6 4 に

【0100】図18を診断すれば、これまでの諮例と同様に、S1基板上に光合分数器60とそれらを結ぶ光導

の本願発明に係わる光システムが様に接続された形態で 92のみ個別の符号を付し、その他は符号61を付した 65に接続され、この光導政路65、例えば光ファイバ ―|は当該光受信モジュールへの光入力を苺設する。 前記 光合分改器60は、例えば前記実施例1に示した構造を られている例である。マルチモード干渉型光導波路90 1、92によって本版発明に係わる光システムの基本形 临が構成される。従って、図17に示された例は、6つ 改路61を複数形成する。そして、各合分波器の透過側 路面に数数のフォトダイオード62-1、62-2、6 2-3、62-4、62-5、62-6を配置した。光 導波路 6 1 の一方の端面、即ち入射光導波路は光導波路 flいて十分である。この例では、マルチモード干渉型光 とこの内部に設けた光学フィルタ63、マルチモード干 砂型光導波路90の一方の端面に配置された光導波路9 導政路90に一方の端面に直接受光案子62-1が設け ある。尚、図17では、説別の都合上、光尊故路91、 が基本的に同様の光導波路である。

【01011 尚、光华フィルタ63、おろいは64は複数の光システムに共通する物理的形態をもって構成されている。しかし、光华フィルタ63、64は位置によって反射・透過の設長特性が変化するものを用いる。この光学フィルタ63、64は、その光合分数器60に対応する位置の反射・透過特性が変化するでの所望の設定を透過するように設計されている。反射・旋過的面を構成する2つの面の関係を変化させたもいである。あるいは、所定の位置のフィルタが対対を別異の対対性が場所によって変化する光学フィルタを2枚間いることも可能である。尚、本側では、透過・反射特性が場所によって変化する光学フィルタを2枚用いるが、これら所望場所に対応する各特性を省する光

【0102】本モジュールは、光ファイバから入射した 数段多近信号光を各合分数器で1数段ずつ順に分数し、 各フォトダイオードで受光することができる。

フィルタを複数個IIいることも当然可能である。この場合、光学フィルタの特性はその厚さを変化させることに

よっても造成することが出来る。

[0103] 第6の実施例は、本願発明の光の送受信が 「他な光道信モジュールへの適用例である。

[0104] 図1914本独切の第6の実施例である光通 値モジュールの概略を示す平面配置図である。尚、図は 主奨館材の基本配置を示す。光送受信モジュール66に は前記第3の実施例に示した構造を用いた。本光通信モ ジュールは、送信用1C67や受信用1C68、また組 度を側御する為のペルチェ業そ69を組み合わせて用い られた。本モジュールにより、光ファイバ10より受信 した光信号をデジタル電気信号に変換し、また反対に生成した地質信号を同じ光ファイバより光信号として送り 対した電気信号を同じ光ファイバより光信号として送信 することができる。本契施例は送信用と受信用の1Cを 別体としたが、一体としてもよいし逆に始端器やAPC

等を分けて設置してもよいことは言うまでもない。 【0105】本発明の実施例は特に、Si基板上にフッ 業化ポリイミドを用いて合分波器もしくは合分波器を含むモデュールを作唆することについて述べたが、当然のことながら、基板はSiではなく石英等他の材料であってもよいし、光導波路はフッ架化ポリイミドではなく他のポリマーや石英等の材料であってもない。 【0106】 本苑明の実施例は特に、被長1.3 mmの光を透過し波長1.5 mmの光を反射する光学フィルタを用いた合分波器もしくは合分波器を含むモジュールを作買することについて述べたが、光学フィルタは波唇特度の異なるものでもよく、その場合他の波長を有する波長多頭光を合分波することも可能であることは言うまでれた。

[0107]以上、本願発明を詳細に説明したが、本発明はマルチモード干渉型導改路を反射情違に用いた光合分波器もしくはそれらを用いた光透受信モジュールに関するものであり、光合分波器の入針・反射導波路はマルチモード干渉型導波路との接続部において平行であることを特徴としている。

[0108]その結果、フィルタの位置すれたよる損失的加はマルチモード干砂型導設路における干砂の周期のみに起因し、フィルタ部の製造トレランスが大きくなる。従って歩留りが向上しコストを低減できる。また、反射角の度のフィルタを使用できることから溺れ光が充分に遮断され、光クロストークの周短が解決される。従って受光素子の受信感度等の別規が開いまれ。

[0109]

【発明の効果】本協発明によれば、安価に光導設路を有する光システムに十分安定した光伝達特性を与えることがHR4x

【0110】本研発別によれば、製造歩留の高い光導波路を有する光システムを提供することが出来る。

【0111】本願発明は、マルチモード干渉型光導波路 の相対する端面に設けた光導波路相互での光の漏れ光を 防止することが出来る。

[図面の簡単な説明]

【図1】図1は従来の技術による光合波器削分の概略平面図である。

【図2】図2は光学フィルタのずれた状態を説明する光合設器的分の既略平面図である。

【図3】図3は従来構造における、光学フィルタの位置ずれと反射光の頂尖増加の関係を示す図である。 【図4】図4は従来構成になる別な光システムを示す概

【図5】図5は入射角の異なる光に対する光学フィルタの透過特性を示す図である。

【図6】図6は従来構造の光合分波器における0を0度

い近ろけたときの特温を示す平面図である。

【図8】図8は本願発明の頂1の実施例である光合分波器部分を示す斜視図である。

【図9】図9は本館な明の第1の英胞例である光合分散器部分の平面拡大図である。 器部分の平面拡大図である。 【図10】図10は光学フィルタを設置する前の光シス

【図10】図10は光学フィルタを設置する前の光システムの約段図である。

【図11】図11は光学フィルタを設置する前の光シス

テムの拡大平面図である。 【図12】図12は本部発明の第1の実施例と従来構造の光合分波器解分について、フィルタの位置すれと反射 光別失能の関係を示す図である。 【図13】図13はマルチモード干砂型将設路の民さと光地度の関係を示す図である。 【図14】図14は本顔発明の第2の実施例である光合

分波モジュールを示す射視図である。 【図15】図15は本研発明の第3の実施例である光送

受債モジュールを示す料限図である。 [図16] 図16は本額発則の第3の実施例である光送

【図17】図17は本紙発明の第4の実施例である光導 改踏モジュールを示す概略平面図である。

モジュールを示す蝦蛄平面留である。 [図19] 図18は本紙発明の第6の実施例である光道

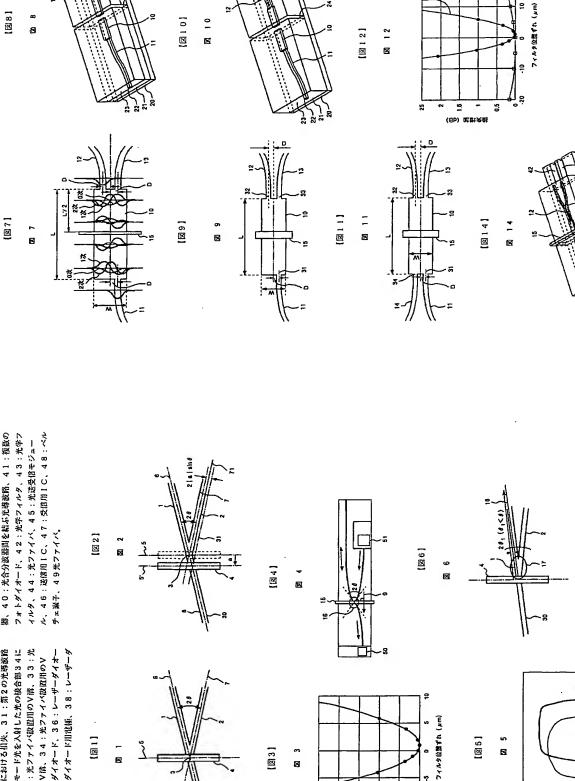
借モジュールの各部材の配成を示す関である。 【図20】図20は光学フィルタの設置を説明する時间 図である。

[符号の説明]

(例えば、Si‐塩牧)、21:下部クラッド層、22: コア層、23:上部クラッド層、2.4:マルチモードド **夢型導政路と第1の光導波路の結合部、25:マルチモ** 一ド干渉型導波路と第2の光導波路の結合側、26:マ 7:マルチモード干渉型導張路と第4の光導波路の結合 部、28:本実施例におけるフィルタの位置ずれによる 反射光の机失増加量、29:従来構造の光合分波器にお けるフィルタの位置ずれによる反射光の損失増加量、3 交点、4:光学フィルタ、5:光学フィルタの特価的反 第3の光導波路、14:第4の光導波路、15:光学フ イルタ、16:従米構造の光合分波器、17:光導波路 1及び2の重なり削分、18:反射展り光、20: 鳰坂 開光導波路)、3:光導波路1及び2それぞれの光軸の 射中心面、6:入射側光導波路の軸、7:反射側光導波 1:光導波路(入射側光導波路)、2:光導波路(反射 11:第1の光導波路、12:第2の光導波路、13: 軸、9:副れ光、10:マルチモード干沙型光導設路、 路の楠、8:フィルタ位置がずれたときの反射光の光 ルチモード干渉型導談路と第3の光導波路の結合部。

(13) おける損失、32:光ファイパ設位川のV游、33:光 た光の接合部31における似失、31:第2の光導故路 ファイパ設臣川のV路、34:光ファイパ設臣川のV 路、35:フォトダイオード、36:レーザーダイオー ド、37:フォトダイオードII配種、38:レーザーダ 0:第2の光導波路12からシングルモード光を入射し 12からシングルモード光を入射した光の接合部34に

イオード川電艦、39:第1の実施例である光舎分設 器、40:光舎分波器川を結ぶ光導波路、41:複数の



[図3] ۳ ۳

9.0

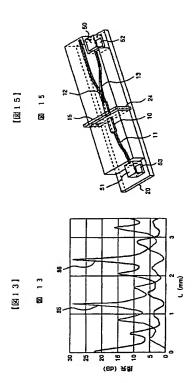
<u>..</u>

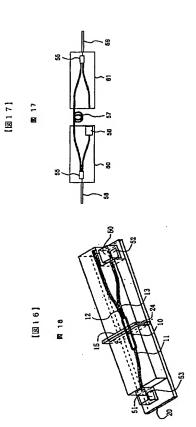
(Bb) 成型夹散

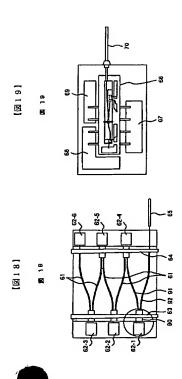
(mu) 成祭

(60) 关限影覧

[図20]







88

[公報稙別] 特許法第17条の2の規定による補正の掲載 [部門区分] 第6 部門第2区分

2.17) 【発行日】 平成17年2月17日 (2005. 【公開番号】特開2002-6155 (P2002-6155A)

[公開日] 平成14年1月9日 (2002.1.9)

[出馭母号] 特爾2000-187539 (P2000-187539)

[国際特許分類第7版]

G02B 6/12

6/293 COZB

[F1]

6/12 G02B

6/28 G02B

手統補正数]

提出日] 平成16年3月8日 (2004.

8

ო

手続補正1]

植正対象替類名】明細書

補正対象項目名】発明の名称

補正方法】変更

[補正の内容]

発明の名称】光合分波器、光導液路モジュールおよび光通信装置

手続補正2】

(補正対象掛類名) 明細掛

【補正対象項目名】特許開状の範囲

(補正方法) 変更

【特許請求の範囲】 「補正の内容」

[開水項1]

及び第3の各光導诙路が前配第4の光導被路の前記第1の端面に対向する第2の端面の所 して、前記第2および第3の光導波路の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の 光入力に対応する光の伝檄を可能となす、マルチモードでの光の伝燈が可能な光導波路で 定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該 第4の光導被路内の光の進行方向と交差する端面であり、前配第4の光導被路は、前配第 2 および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光入力が前記第4の光 前記第1の波母の光入力に対応する光の伝換を可能となし、且つ前記第2および第3の光 第1、第2、及び第3の光導故路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導故路 とも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2 **導波路内の光の伝搬によって、前配光学フィルタを透過した上で前配第1の光導波路内に** 導液路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光入力が前配光学フィルタでの反射を介 と、前配第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なく あることを特徴とする光合分波器。

くとも有し、前配第1の光導波路が前配第4の光導波路の第1の端面に接続され、前配第 2及び筑3の各光導彼路が前配第4の光導波路の前記筑1の端面に対向する第2の端面の 所定の個別位置に接続され、前記第4の光導被路は、前記第1及び第2の端面から所定距 **雕雕れた2つの平面における光強度分布の規格化された各形状を重ねた場合、前配各形状** 第1、第2、及び第3の光導被路と、マルチモードでの光の伝被が可能な第4の光導波路 と、前配第4の光導波路内の光の進行方向に交差して散けられた光学フィルタと、を少な が相互に前配第4の光導波路の光の進行方向に沿う中心軸に対して線対称ないしは路線対

称となっている光導液路であることを特徴とする光合分波器。

マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路の第1の端面に接 ルタが設置され、前記光学フィルタの入射面は、前記第1、第2、および第3の各光導波 路の前配第4の光導波路への接続位置における当該第1、第2、および第3の各光導液路 焼され、前配第4の光導液路の前配第1の端面に対向する第2の端面に第2、及び第3の 光導波路がその接続位置において所定間隔で接続され、前記第4の光導波路内に光学フィ での光の波面と平行ないしは略平行であることを特徴とする光合分波器。 第1の光導波路が、

【請求項4】

前配第1、第2、及び第3の光導波路がシングルモードでの光の伝娘が可能な光導波路で 7 0 μ mの範囲にあることを特徴とする間求項1より請求項4のいずれかに配載の光合分 前配第4の光導波路の光の進行方向の長さが1mmより5mmの範囲、幅が25μmより あることを特徴とする請求項1より請求項3のいずれかに記載の光合分波器。 [請水項5]

[請求項6]

して、前記第2および第3の光導液路の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の 光入力に対応する光の伝檄を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路で あり、且つ前配第2の波長の光入力に対応する光の伝徴を可能となす第2および第3の光 とも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2 及び第3の各光導波路が前配第4の光導波路の前記第1の端面に対向する第2の端面の所 定の個別位置に接続され、前記第4の光導被路の第1の端面および第2の端面は各々当該 第4の光導波路内の光の進行方向と交差する端面であり、前配第4の光導波路は、前配第 2 および第3の光導波路のいずれかの光導液路からの第1の波長の光入力が前配第4の光 **導彼路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に** 前配第1の波長の光入力に対応する光の伝物を可能となし、且つ前配第2および第3の光 導液路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光入力が前配光学フィルタでの反射を介 導波路のいずれかに接続される光受光器が、前記光入力を行う光索子よりの漏れ光の分布 第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路 と、前記第4の光導液路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なく の中心位置からずれて散置されたことを特徴とする光合分波器。

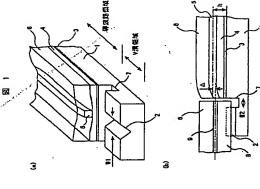
[開水項 7]

及び第3の各光導波路が前配第4の光導波路の前配第1の端面に対向する第2の端面の所 定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該 第4の光導液路内の光の進行方向と交差する端面であり、前配第4の光導波路は、前配第 2 および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光入力が前記第4の光 草夜路内の光の伝搬によって、前紀光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に 前配第1の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となし、且つ前配筋2および第3の光 導液路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光入力が前配光学フィルタでの反射を介 して、前記第2および第3の光導液路の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の 光入力に対応する光の伝檄を可能となす、マルチモードでの光の伝檄が可能な光導改路で あり、且つ前記第1より第3の光導波路の少なくとも一つに接続する発光部あるいは受光 部の設置した、あるいは前記第1より第3の光導波路の少なくとも一つに代えて発光部あ るいは受光部を設置した、あるいは光スイッチもしくは光学フィルタもしくは光増幅器も 第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝燈が可能な第4の光導波路 とも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2 と、前配第4の光導波路内の光の進行方向に交差して散けられた光学フィルタとを少なく しくは光変闘器等の光素子を組み合わせたことを特徴とする光導波路モジュール。

静求項7に記載の光導诙路モジュールに、集積回路もしくはブリアンブ等の塩気倡号処理

最終買に扱く 東京都小平市上水本町5丁目22番1号 株 式会社日立超エル・エス・アイ・システム (全15月) (43)公開日 平成14年5月17日(2002.5.17) 東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地 ナイコード(参考) 2H0'37 2.H 0 4 7 東京都国分寺市東較ヶ陸一丁目280番地 **特關2002—139641** (P2002-139641A) (11)特許出願公開番号 株式会社日立製作所中央研究所内 (9,2:45) 審査副求 未請求 副求項の数10 OL 弁理士 小川 闘男 株式会社日立製作所 長良 高光 井戸 立身 (74)代理人 100068504 (11) 田岡人 000005108 6/30 (12) 公開特許公報(4) (72) 発明者 (72) 発明者 G02B (54) 【発明の名称】 光導波路部材、その製造方法及び光モジュール FI 3 【碟題】 本配発明は、安価で、「且つファイバと低損失 な光結合が得られるファイバデライメントV滞付ポリマ 侍戚2000-334196(P2000-334196) 平成12年11月1日(2000.11,1) 裁別記号 導液路塔板を提供するものだある。 (19)日本国格群庁 (JP) 6/13 6/122 6/30 (21)出版番号 (51) Int.Cl. (57) [要約] G02B (22) 出版日

【解決年段】 本面発列分代表的な形態は、シリコン基板上の一部に光導波路が形成され、 はクラッドがポリマから構成され、 はクラッドがポリマから構成され、 最時間に第ファイ べを位置決め固定するためのV形状の排を値だファイ べを位置決め固定するためのV形状の排を値だファイ がに有し、 取り構と基準数略の境界に載V排と通位な方 向に即びも超形状の補を減シリコン基板に有し、 なり構と なっており、 ない構に有し、 なり なってもかったのコアの中心の高さが なり 等した時に、 接ファイバのコアの中心の高さが がつファイバと がファイバと可能路の間で高効率な光結合が得られる がつファイバと がのまたい。 は 数と がしていること を特徴とする光導波路部制である。



This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

OTHER:

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.